

## PROTOTIPAGEM RÁPIDA DE PEDAIS DE EFEITO FUZZ PARA GUITARRA ELÉTRICA UTILIZANDO LATAS DE SARDINHA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4518

Ernesto Fernando Ferreyra Ramirez - ferreyra@uel.br  
Universidade Estadual de Londrina

Lucas Fabiano de Aguiar - lucas.fabiano.aguiar@uel.br  
Universidade Estadual de Londrina

**Resumo:** Neste trabalho é relatada a experiência de elaboração de circuitos eletrônicos simples de pedais de efeito Mini Fuzz para guitarra elétrica. Essas atividades fazem parte de um projeto de ensino de graduação em Engenharia Elétrica e visam aumentar o engajamento dos estudantes nas disciplinas relacionadas a Circuitos Elétricos e Eletrônicos. Nos projetos foram utilizadas latas de sardinha como chassis para possibilitar a rápida implementação e verificação do funcionamento dos pedais. Este trabalho demonstrou a praticidade e simplicidade de confeccionar pedais de efeito utilizando latas de sardinha. Além do estímulo lúdico e criativo ligado à arte da música, as atividades relacionadas possibilitam aos estudantes de Engenharia Elétrica a oportunidade de exercitar habilidades motoras e aplicar, na prática, os conhecimentos teóricos vistos em sala de aula.

**Palavras-chave:** Efeitos de Ganho, Efeitos de Saturação, Processamento de Sinais Elétricos, Veroboard, Ensino de Eletrônica.

## PROTOTIPAGEM RÁPIDA DE PEDAIS DE EFEITO FUZZ PARA GUITARRA ELÉTRICA UTILIZANDO LATAS DE SARDINHA

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a guitarra elétrica é um instrumento musical bastante popular devido à sua versatilidade de utilização em diversos estilos musicais. Embora as versões de entrada do instrumento e dos equipamentos de apoio (amplificador, cabos e pedaleira digital) permitam obter uma vasta gama de sonoridades, ou efeitos, muito próximas dos equipamentos profissionais, ainda assim, muitas vezes seus custos financeiros são altos para a maioria dos iniciantes ou músicos amadores.

Por isso, neste trabalho é relatado o início da experiência de elaboração de circuitos eletrônicos simples de pedais de efeito de guitarra elétrica. As atividades de implementação fazem parte de um projeto de ensino de graduação em engenharia elétrica e visam aumentar o engajamento dos estudantes nas disciplinas relacionadas a "Circuitos Elétricos" e "Circuitos Eletrônicos". Nos projetos foram utilizadas latas de sardinha como chassi para possibilitar a rápida implementação e verificação do funcionamento dos pedais.

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E HISTÓRICA

Primeiramente, é importante fazer uma breve fundamentação teórica dos conceitos relacionados com música e os sons, bem como discorrer sobre o processo histórico que resultou no surgimento da guitarra elétrica e dos seus correspondentes efeitos, que estão intimamente relacionados com o tema do trabalho proposto.

#### 2.1 Música e os Sons

Segundo Schoenberg (2011), a arte é uma imitação da natureza, cujo objetivo é a reprodução de impressões que, através da associação mútua e com outras impressões sensoriais, conduzem a novos complexos, novos movimentos. No caso da música, a matéria constitutiva são os sons e suas respectivas sensações que provocam nos ouvintes, através do processamento pelo cérebro, após os tímpanos receberem as vibrações que movimentam o ar ao redor dos ouvidos. Essas vibrações são chamadas de ondas sonoras e se propagam em todas as direções (LOVELOCK, 1990). As frequências sonoras que a pessoa jovem consegue ouvir, antes de ocorrer o envelhecimento dos ouvidos, estão entre 20 e 20.000 ciclos/s ou Hertz (GUYTON; HALL, 2002).

Segundo Chediak (2009), para se produzir som musical, é necessária uma fonte sonora, que consiste em um corpo que produz sons ao vibrar. Disto, os instrumentos musicais podem ser classificados de acordo com sua fonte sonora em (VASCONCELOS, 2014):

- idiófonos, nos quais a fonte sonora é o próprio corpo do instrumento (exemplos: castanholas e triângulo);
- aerófonos, que possuem uma coluna de ar como fonte sonora (exemplos: flauta e oboé);
- membranófonos, cuja fonte sonora consiste em uma membrana (exemplos: tamborim e cuíca);
- cordófonos, nos quais uma ou mais cordas sob tensão formam a fonte sonora (exemplos: violão, cavaquinho e piano).

Ainda segundo Vasconcelos (2014), atualmente também pode-se incluir instrumentos musicais que utilizam circuitos eletrônicos como fontes sonoras. Isto permite a geração de sons diversos com o controle preciso das frequências das ondas sonoras. Disto, surgiram os sintetizadores eletrônicos em forma de teclado, módulo ou programas de computador. Neles, as formas de onda são produzidas por osciladores eletrônicos, que permitem criar timbres inéditos ou simular instrumentos musicais diversos, através da alteração de harmônicos, controle da afinação, ataque e desintegração do som (PAKITO, 2003).

## 2.2 Amplificação dos Sons e Origens da Guitarra Elétrica

Até o início da década de 1920 não se usava nem microfones para gravar. O som era capturado mecanicamente através de uma corneta acústica, que imprimia a *master* diretamente. Para obter melhores resultados, os instrumentos mais importantes eram dispostos perto da corneta, enquanto os mais barulhentos ficavam mais distantes (HENRIQUES, 2007). Isto resultava em mais ênfase para a voz e os sons em frequências médias, ou seja, que não eram muito altas (sons agudos) nem muito baixas (sons graves). Então, percebe-se que até esse momento da história, a reprodução dos sons, principalmente ao vivo, dependia de instrumentos musicais com caixas de ressonância grande que permitissem o aumento do volume (intensidade) de execução, principalmente em lugares abertos, que não possuíam uma boa acústica.

Nessa mesma época, a popularização das *Big Bands* e orquestras de *Swing* representava boas oportunidades de emprego para os músicos profissionais de sopro e cordas, que estavam presentes em naipes numerosos. Entretanto, essas formações encobriam os sons dos violões e guitarras acústicas, que começaram a perder destaque como solistas. Por isso, a partir da década de 1930, com os avanços na área de elétrica, a construção e comercialização de amplificadores de áudio se tornaram viáveis. Isto somado ao aperfeiçoamento dos captadores eletromagnéticos possibilitou o surgimento e popularização da guitarra elétrica (LEÃO, 2010), ou simplesmente guitarra, como é chamada no Brasil.

A guitarra surgiu a partir do violão, que por muito tempo foi visto como um artefato pagão, relegado ao uso por nômades e ciganos, e por isso, não teve o desenvolvimento preciso e cuidadoso que outros instrumentos, como o piano, receberam (LEÃO, 2010).

Nos EUA, as origens da guitarra elétrica estão relacionadas ao surgimento do Blues, estilo musical criado pelos povos afrodescentes recém libertos da escravidão no final do Século XIX. A arte do Blues é uma das mais viscerais formas de expressão musical, na qual o improviso possui uma dialética (cantor-instrumento) própria, que deu origem a muitas outras formas musicais, como o rock e o jazz. Na década de 1930, a guitarra elétrica foi adotada pelos músicos de Blues, que migravam de uma cidade para outra (OTAVIANO; CAESAR, 2014).

No Brasil, as origens da guitarra elétrica estão relacionadas ao "pau elétrico", instrumento musical inventado pelos músicos e técnicos em eletrônica Adolfo Antonio Nascimento (conhecido como Dodô) e Osmar Alvares de Macêdo, que posteriormente deu origem à guitarra baiana (vide Figura 1). Esse instrumento, afinado de forma similar a um bandolim, foi popularizado no carnaval desde o início da década de 1950, pelo conjunto "Trio Elétrico", que era formado por Dodô, Osmar e pelo engenheiro Temistócles. Eles faziam apresentações na "Fobica" (vide Figura 2), um automóvel Ford Bigode 1949, preparado especificamente para receber instrumentos musicais ligados a amplificadores elétricos de som, que tinha alto-falantes e era iluminado por lâmpadas fluorescentes.

Posteriormente, mesmo após o grupo original ter sido desfeito, o veículo recebeu diversas atualizações e ficou conhecido como "Trio Elétrico", sendo reproduzido por outras bandas musicais e utilizado até os dias de hoje (CARNAXÉ, 2023).

Figura 1 – Guitarra Baiana, versão moderna do histórico Pau Elétrico.



Cortesia: Luthier Yuri Barreto

Fonte: Os autores.

Figura 2 – Sr. Osmar junto com a Fobica, primeiro Trio Elétrico da história.



Fonte: Página pública do Facebook de Armandinho Macêdo (filho do Sr. Osmar).

### 2.3 Unidades de Efeito e Efeitos de Áudio

Efeitos de áudio são alterações produzidas no som original dos instrumentos musicais, ou seja, é feito um processamento do sinal original por uma Unidade de Efeito, que pode apresentar os seguintes formatos (FALCÃO, 2015):

- Amplificadores com Efeitos embutidos, que oferecem efeitos integrados (eletromecânicos ou eletrônicos), que já fazem parte dos seus circuitos eletrônicos de amplificação;
- Pedais de Efeito, que consistem em circuitos eletrônicos compactos, dispostos em pequenas caixas metálicas, os quais são ligados entre a guitarra elétrica e o amplificador através de cabos;
- Pedaleiras de Multi (Múltiplos) efeitos, que são versões estendidas dos Pedais de Efeito, que se apresentam como unidades de chão com múltiplas chaves e comandos, inclusive com a possibilidade de programação, permitindo o uso de vários efeitos simultaneamente;
- Unidades Autônomas, que são projetadas para acionamento manual e devem ficar dispostas em mesas ou gabinetes;
- Unidades de Rack, que são dispostas apenas para ficar em gabinetes (racks), sendo controladas manualmente ou por pedaleiras MIDI. São mais sofisticados que as unidades autônomas e têm preços mais altos.

Neste trabalho, por questões econômicas são abordados apenas os Pedais de Efeito. Segundo Falcão (2015), os efeitos podem ser divididos em oito categorias básicas:

- Efeitos de Tonalidade: alteram o timbre básico do instrumento;
- Efeitos de Dinâmica: lidam com variação de volume sem deformar o formato da onda original;
- Efeitos de Afinação: modificam a altura ou afinação (*pitch*) das notas;
- Efeitos de Saturação ou Ganho: permitem alterar o ganho ou nível de saturação do som, modificando o formato da onda original;
- Efeitos de Sustentação: mantêm o volume do som estável por tempo indeterminado;
- Efeitos de Modulação: provocam variações do sinal de áudio original em função de um outro sinal modulador, geralmente em baixas frequências;
- Efeitos de Ambiência e Repetição: buscam recriar diferentes ambientes físicos ou adicionar repetições controladas do som original;
- Efeitos de Síntese: simulam os sons característicos de sintetizadores analógicos e órgãos.

Assim, pode-se verificar a ampla gama de efeitos possíveis, que tornam a guitarra elétrica um instrumento musical bastante versátil. Dentre esses efeitos possíveis, neste trabalho foram abordados os pedais de saturação ou ganho, pois foram considerados pela nossa equipe de trabalho (que além de estudar engenharia elétrica, atua como guitarristas diletantes e amadores) como os mais populares e que têm maior uso entre os guitarristas.

Os efeitos de saturação basicamente são três: *Overdrive*; *Distortion* e *Fuzz*. O que diferencia esses efeitos é a quantidade de ganho e o tipo de ceifamento (ou clipagem que vem do inglês *clipping*) aplicados ao sinal original.

No caso do efeito *Overdrive*, o ganho é alto o suficiente para ceifar levemente as extremidades do sinal senoidal de entrada, dando a sensação de um som similar ao produzido pela saturação das válvulas de saída de um amplificador *vintage* (FALCÃO, 2015).

Já no efeito *Distortion*, o ganho é maior que no *Overdrive* de modo que o sinal senoidal original de entrada se transforma em um sinal aproximadamente quadrado. Com isto, há o acréscimo de harmônicos no espectro de frequências, gerando distorção harmônica do sinal original (FALCÃO, 2015). Com isso, ao reproduzir o sinal distorcido no amplificador, tem-se a sensação de um som mais metalizado que o sinal original.

Devido a sua simplicidade, os pedais de *Fuzz* foram os primeiros a serem desenvolvidos tentando reproduzir eletricamente a distorção criada com a saturação dos amplificadores. Nos anos 1960, artistas como os Rolling Stones e Jimi Hendrix popularizaram os efeitos criados por esses pedais. Depois de um período de ostracismo, na década de 1990, o movimento grunge popularizou novamente o uso desses pedais entre os jovens guitarristas a fim de mimetizar o som obtido por artistas como Kurt Cobain, do grupo Nirvana (LEÃO, 2010).

Desta forma, neste trabalho foi implementado o estudo do pedal de *Fuzz*, devido à sua simplicidade e também para procurar reconstruir e entender a linha evolutiva dos efeitos sonoros para guitarras elétricas.

### 3 IMPLEMENTAÇÃO DO PEDAL DE FUZZ

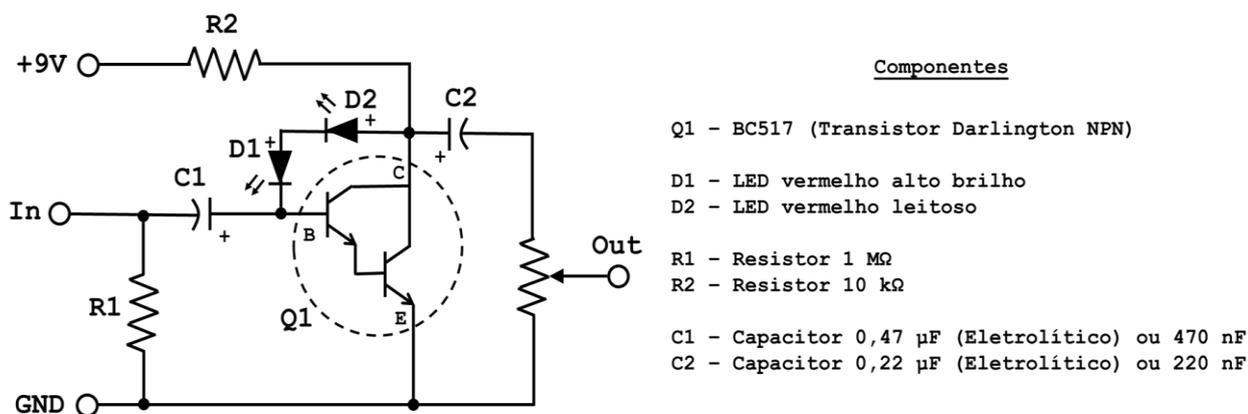
Nesta seção, serão mostradas as etapas realizadas para confeccionar o pedal de *Fuzz*, a saber: projeto do circuito eletrônico; confecção da placa do circuito definitivo; montagem dos componentes no chassi e realização dos testes finais.

#### 3.1 Projeto do circuito eletrônico

Segundo Leão (2010), o circuito de *Fuzz* é o processador de áudio mais simples que existe, possui no máximo dois transistores e não mais do que sete componentes no total. Essa simplicidade é também uma das causas para que os cortes de onda em um *Fuzz* sejam, às vezes, tão ou mais grosseiros do que em outros aparelhos ou amplificadores.

Baseados nessas informações, a equipe deste trabalho, realizou diversas buscas na internet em fóruns e sites de fabricantes de pedais, para encontrar topologias de circuitos simples de *Fuzz*. Curiosamente, todas as buscas apontavam para o mesmo circuito com 07 componentes. Após realizar diversas simulações de valores dos componentes e vários testes de som dos circuitos montados em bancada, o diodo original foi trocado por 2 LEDs (Diodos Emissores de Luz ou em inglês *Light Emitting Diodes*), sendo um vermelho alto brilho e o outro vermelho leitoso, conforme mostrado na Figura 3.

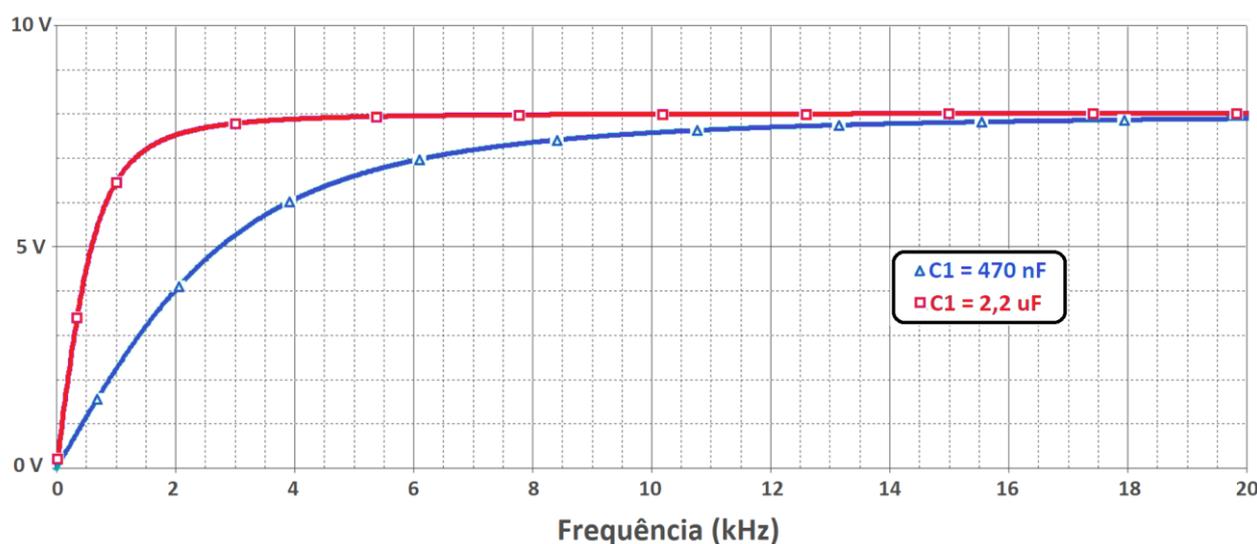
Figura 3 – Circuito final utilizado para o pedal de efeito Mini *Fuzz*.



Fonte: Os autores.

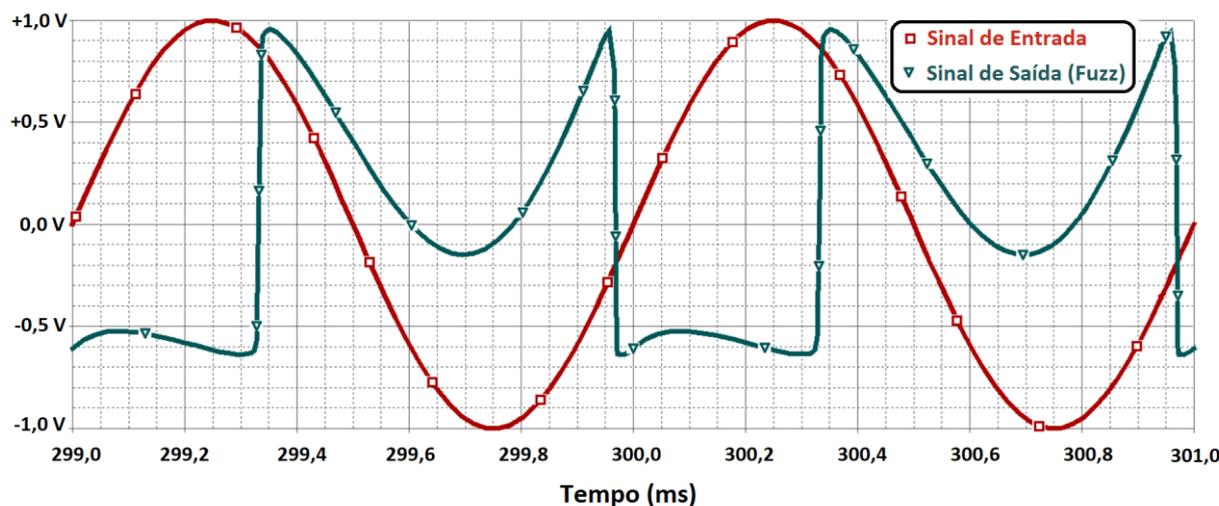
A seguir, são mostradas algumas simulações feitas no *software* PSPICE para análise do circuito de Mini *Fuzz*. Na Figura 4, é verificada a resposta em frequência para dois valores do capacitor C1. Note que, o capacitor C1 de 2,2  $\mu\text{F}$  realçará mais as frequências baixas do que o C1 de 0,47  $\mu\text{F}$  (ou 470 nF). Então, podemos dizer que essa pequena adaptação no circuito pode ser implementada caso seja preciso utilizar o pedal Mini *Fuzz* para um contrabaixo elétrico. Na Figura 5, pode-se verificar como o Efeito de *Fuzz* insere distorções significativas no sinal original, às quais vão além de apenas transformá-lo em onda quadrada como no efeito *Distortion*. Vale ressaltar que essas mesmas formas de onda também foram visualizadas no osciloscópio durante as montagens em bancada.

Figura 4 – Resposta em frequência do circuito do Mini *Fuzz* para dois valores diferentes do Capacitor C1.



Fonte: Os autores.

Figura 5 – Comparação do Sinal antes (entrada) e depois (saída) do efeito Mini *Fuzz*.

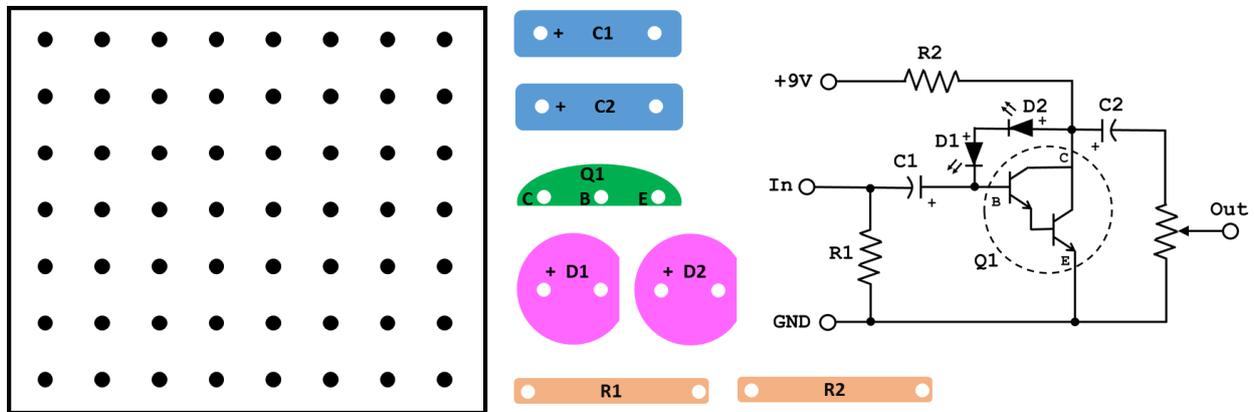


Fonte: Os autores.

### 3.2 Confeção da placa do circuito definitivo

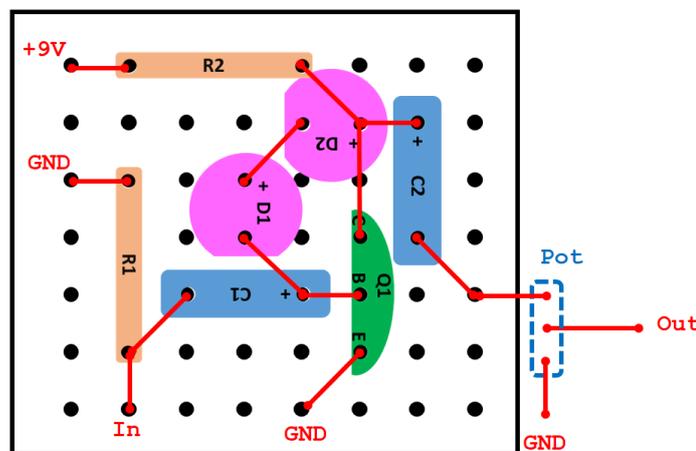
Visto que o circuito era bastante simples, decidiu-se por confeccionar a sua placa usando a técnica de *Veroboard*, na qual os componentes eletrônicos são dispostos em uma placa de fenolite furada e as trilhas são feitas manualmente com estanho derretido por ferro de solda. Para planejar o posicionamento dos componentes foram desenhados no *MS-Powerpoint* uma placa com 56 furos (7 linhas x 8 colunas) e os componentes eletrônicos em tamanhos proporcionais (uso de quantidade de furos) conforme mostrado na Figura 6. Isso foi passado para os estudantes como um desafio para dispor os componentes utilizando a menor área possível da placa furada. Uma das respostas desse desafio é mostrada na Figura 7.

Figura 6 – Desafio proposto para os estudantes, no qual deveriam ser dispostos o componentes usando a menor área possível da placa.



Fonte: Os autores.

Figura 7 – Veroboard desenvolvida para o circuito do *Mini Fuzz*.



Fonte: Os autores.

### 3.3 Montagem dos componentes no chassi

Após a confecção e soldagem dos componentes na placa, foi realizada a fixação da placa e dos demais componentes eletrônicos no chassi do pedal. Vale ressaltar que o uso de latas de sardinha, previamente higienizadas através da lavagem com detergente e fervura com água e limão, facilitou bastante esta etapa, devido à simplicidade para realizar os furos onde iriam ser encaixados os 02 *jacks* P10 (*Signal IN* e *Signal OUT*), o *jack* da fonte DC +9 V, o potenciômetro de volume e a *footswitch* DPDT. Para isso, bastava usar ferramentas acessíveis e que são fáceis de encontrar, tais como pregos, martelo, chave phillips e caneta BIC. Na Figura 8 são mostrados detalhes do pedal por dentro e por fora. Para fechar o pedal, protegê-lo mecanicamente e permitir sua disposição no solo, foram utilizados dois parafusos para fixá-lo a uma base em MDF de 1,5 cm de espessura. Também foi colada uma camada de um polímero emborrachado (Etileno Acetato de Vinil também conhecido como E.V.A., que possui custo muito baixo e é fácil de encontrar em papelarias) na parte inferior da base de madeira para evitar derrapagens durante o acionamento do pedal.

Figura 8 – Vistas interna (esquerda) e externa (direita) do Pedal Mini *Fuzz* com lata de sardinha.



Fonte: Os autores.

### 3.4 Realização dos testes finais

O primeiro protótipo (mostrado na Figura 8) foi demonstrado em uma oficina de construção de pedais de efeito promovida pelo curso de engenharia elétrica. Nessa ocasião, esse pedal e outros pedais confeccionados pelos participantes foram testados por onze pessoas (03 músicos profissionais, 04 estudantes de graduação, 02 técnicos em eletrônica e 02 docentes) por cerca de duas horas. As guitarras utilizadas foram: uma

guitarra baiana modelo Caicó, confeccionada pelo luthier Elifas Santana; 01 guitarra Fender modelo Stratocaster e 01 guitarra Fender modelo Telecaster. Estas guitarras foram ligadas a dois amplificadores: o primeiro foi um amplificador valvulado de 15 W, réplica do Fender Champ; o segundo era um amplificador transistorizado comercial da marca Orange modelo CRUSH 20RT de 20 W.

Entre os músicos profissionais, havia um contrabaixista. Por isso, o pedal montado por ele teve a mudança do capacitor C1 para 2,2  $\mu$ F, descrita na seção 3.1 para que o seu Mini *Fuzz* pudesse responder melhor às frequências baixas, típicas do contrabaixo elétrico. Todos os envolvidos foram unânimes em afirmar que o pedal de Mini *Fuzz* entregou um som típico de um pedal de Fuzz, que agradou bastante. Algumas dessas tomadas de som foram filmadas e colocadas na rede social *Instagram*.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstra a praticidade e simplicidade de confeccionar pedais de efeito utilizando latas de sardinha. Além do estímulo lúdico e criativo ligado à arte da música, as atividades relacionadas a este trabalho possibilitam aos estudantes de Engenharia Elétrica a oportunidade de exercitar habilidades motoras e aplicar, na prática e de forma simples, os conhecimentos teóricos vistos em sala de aula. Talvez haja, provavelmente duas ressalvas à utilização de latas de sardinha, a saber: a baixa durabilidade dos chassis, que podem amassar facilmente e sua vulnerabilidade a interferências eletromagnéticas. Estes dois potenciais problemas podem ser minimizados através do uso da base de madeira, que propicia uma maior resistência mecânica ao pedal e pela utilização de uma folha de alumínio na parte da base de madeira que cobre o pedal para blindá-lo magneticamente. Além disso, como a lata de sardinha é muito fácil de adquirir e manipular, não haverá problemas para substituir o chassi danificado por outro novo.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem à diretora do nosso Centro de Estudos, professora Eloisa Ramos Rodrigues pelo apoio financeiro e aos senhores Mauro Aparecido Fiorini, Manuel Cassiano do Nascimento e Carlos Alberto Duarte pelo apoio operacional para realização da oficina citada neste trabalho.

#### REFERÊNCIAS

- CARNAXÉ. **Da Fobica ao Trio Elétrico**. Disponível em: <http://www.carnaxe.com.br/historia/hist9.htm>. Acesso em: 16 mai. 2023.
- CHEDIAK, Almir. **Harmonia & improvisação, I**: 70 músicas harmonizadas e analisadas. São Paulo: Irmãos Vitale, 2009.
- FALCÃO, Marcos. **Efeitos para guitarra e outros instrumentos, vol. 1**. Juiz de Fora: Funalfa, 2015.
- GUYTON, Arthur C.; Hall, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 10. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HENRIQUES, Fábio. **Guia de microfonação**. Rio de Janeiro: Editora Música & Tecnologia, 2015.

LEÃO, Rogério. **Guitarra: efeitos e seus efeitos**. Rio de Janeiro: H. Sheldon, 2010.

LOVELOCK, William. **Os rudimentos da música**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

OTTAVIANO, Marcos; CAESAR, Wesley Lély. **Guitarra blues: do tradicional ao moderno**. 3. Ed. São Paulo: Melody Editora, 2014.

PAKITO, Francisco Edson de Souza Pereira. **Sintetizadores à brasileira: usos e aplicações**. Rio de Janeiro: H. Sheldon, 2003.

SCHOENBERG, Arnold. **Harmonia**. 2. Ed. São Paulo: Editora UNESP, 2011.

VASCONCELOS, José. **Acústica musical e organologia**. 2. Ed. Porto Alegre: Movimento, 2014.

## RAPID PROTOTYPING OF FUZZ EFFECT PEDALS FOR ELECTRIC GUITARS USING SARDINE CANS

**Abstract:** *In this work, the experience of developing simple electronic circuits for Mini Fuzz effect pedals for electric guitar is reported. These activities are part of an undergraduate teaching project in Electrical Engineering and aim to increase student engagement in subjects related to Electrical and Electronic Circuits. In the projects, sardine cans were used as chassis to enable the quick implementation and verification of the operation of the pedals. This work demonstrated the practicality and simplicity of making effect pedals using sardine cans. In addition to the ludic and creative stimulus linked to the art of music, related activities provide Electrical Engineering students with the opportunity to exercise motor skills and apply, in practice, the theoretical knowledge seen in the classroom.*

**Keywords:** *Gain Effects, Saturation Effects, Electrical Signal Processing, Veroboard, Electronics Teaching.*